

1959

5. MÄRZ 1959

DAS 1052 000
KL. 21 g 21731
INTERNAT. KL. G 21

GERMANY

1052,000

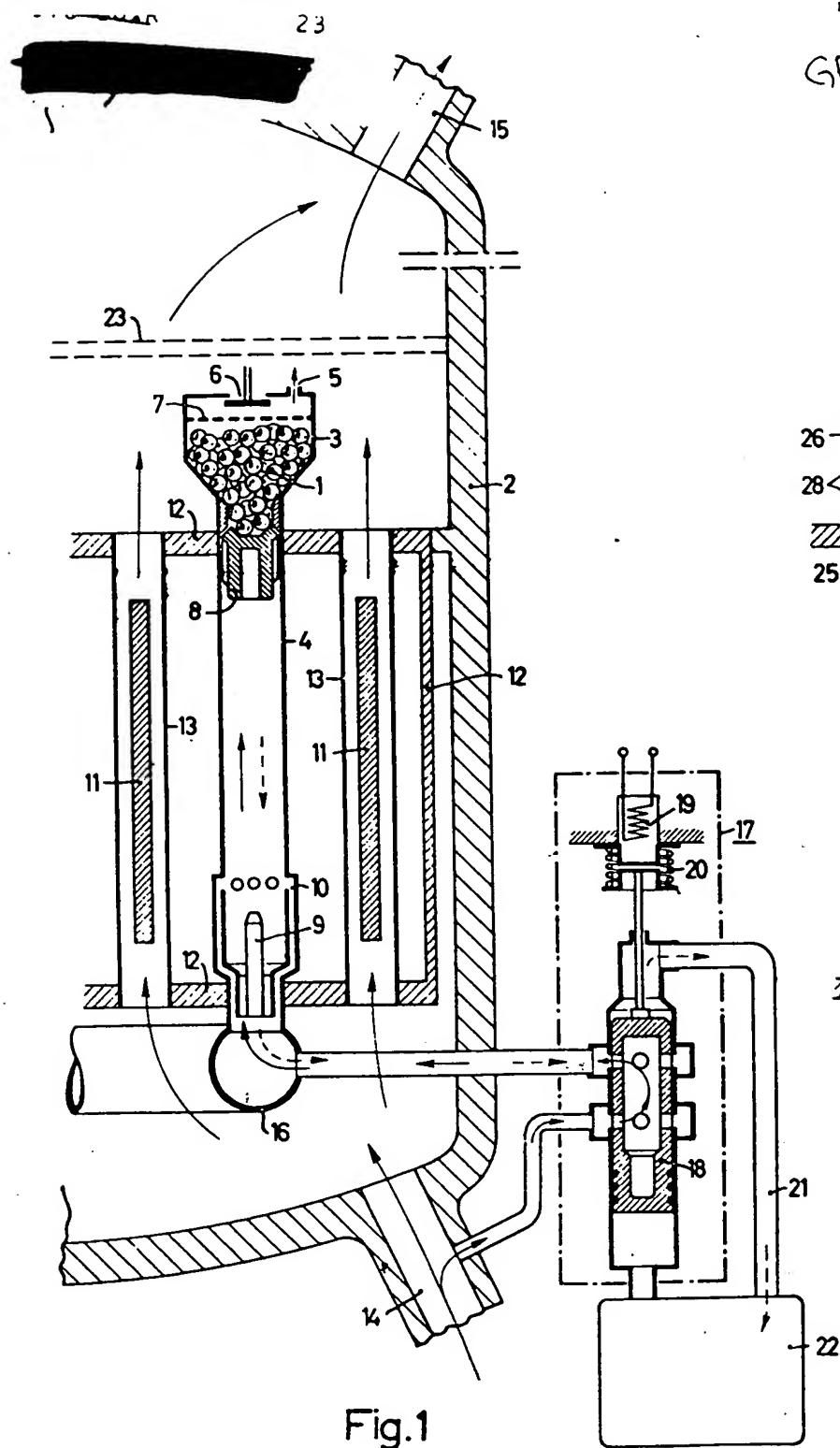


Fig. 1

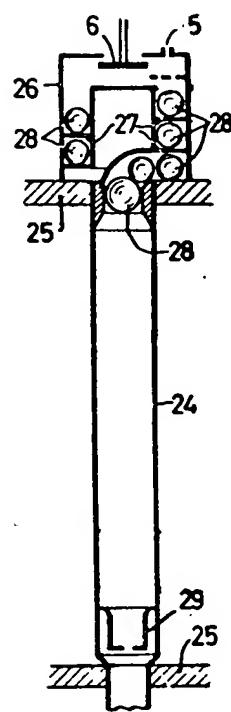


Fig. 2



AUSLEGESCHRIFT 1 052 000

S 56234 VIIIe/21g

ANMELDETAG: 13. DEZEMBER 1957

BEKANNTMACHUNG

DER ANMELDUNG

UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 5. MÄRZ 1959

1

Zum Abschalten von Kernreaktoren bedient man sich im allgemeinen sogenannter Abschaltstäbe, die eine Neutronenabsorbersubstanz enthalten und in den Reaktorkern eingefahren werden können. Während man die Regelstäbe auch von allen Seiten in den Reaktorkern einlassen kann, besteht für die Abschaltstäbe die Forderung, daß diese im Notfall allein vermöge der Schwerkraft in den Reaktorkern einfahren können. Dadurch soll erreicht werden, daß der Reaktor auch bei Ausfall der Hilfsantriebe mit Sicherheit abgeschaltet wird. Infolgedessen ordnet man die Abschaltstäbe oberhalb des Reaktorkernes an, derart, daß sie im Störungsfalle ohne Fremdantrieb in den Reaktorkern einfahren.

Bei Kernreaktoren mit Reaktorgefäß, bei denen im oberen Teil des Gefäßes eine Lademaschine angeordnet ist, beeinträchtigen aber die hindurchgeführten Abschaltstäbe erheblich die Beweglichkeit der Lademaschine. Um die Steuerung der Lademaschine nicht unmöglich zu erschweren und störanfällig zu machen, soll der Aktionsraum der Lademaschine möglichst frei von sperrigen Einbauten oder hindurchgeführten Steuerorganen, wie Abschaltstäbe u. dgl., sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabenstellung zugrunde, für Kernreaktoren der letztgenannten Art mit Flüssigkeitskühlung eine Abschalteinrichtung zu schaffen, bei der zwar nach wie vor zum Schwerkraftprinzip Gebrauch gemacht wird, bei der aber der Lademaschinenraum im oberen Teil des Reaktorgefäßes ganz für die Lademaschine frei bleibt. Durch die bei der Abschaltung von Kernreaktoren bereits bekannte Verwendung einer schüttfähigen Neutronenabsorbersubstanz und durch Ausnutzung der Strömungskräfte des Reaktorkühlmittels wird diese Aufgabe mit relativ einfachen Mitteln gelöst. Die Lösung besteht darin, daß die Absorbersubstanz innerhalb des Reaktorgefäßes mit Hilfe der Kühlmittelströmung hydraulisch in unten offener Sammeltöpfen aufgespeichert ist, welche am oberen Ende einzelner brennstofffreier Kühlmittelführungsrohre (Abschaltrohre) angeordnet und so beschaffen sind, daß die Absorbersubstanz durch Umstreuung der Strömungsrichtung zwecks Abschaltung des Reaktors schlagartig aus ihnen in die Abschaltrohre strömen kann.

Die Zeichnung veranschaulicht schematisch zwei Ausführungsbeispiele im Längsschnitt; es zeigt

Fig. 1 ausschnittsweise einen Kerreaktor mit Reaktorgefäß und darin angeordneter Abschalteinrichtung und

Fig. 2 eine einzelne Abschalteinrichtung in einer gegenüber Fig. 1 abgewandelten Ausführung.

Bei der Anordnung nach Fig. 1 ist die Absorbersubstanz 1 innerhalb des Reaktorgefäßes 2 in einem unten offenen Sammeltopf 3, welcher am oberen Ende

Abschalteinrichtung
für flüssigkeitsgekühlte Kernreaktoren

Anmelder:

Siemens-Schuckertwerke

Aktiengesellschaft,

Berlin und Erlangen,

Erlangen, Werner-von-Siemens-Str. 50

Dipl.-Ing. Hermann Kumpf, Erlangen,
ist als Erfinder genannt worden

2

des brennstofffreien Kühlmittelführungsrohres (Abschaltrohr) 4 angeordnet ist, mit Hilfe der Kühlmittelströmung (voll ausgezogene Pfeile) hydraulisch aufgespeichert. Die Absorbersubstanz besitzt die Gestalt einer Kugelschüttung. Sie verteilt sich auf mehrere Sammeltöpfe, von denen jedoch der Übersichtlichkeit halber nur der Sammeltopf 3 dargestellt ist. Der Sammeltopf 3 besitzt oben die Kühlmittelaustrittsöffnung 5, das bei Strömungsrichtungsumkehr selbsttätig öffnende Ventil 6 und das die Absorberkugeln 30 davor zurückhaltende Schutzsieb 7. Von unten drückt der kollenartig ausgebildete Gleitkörper 8 unter der Einwirkung des Kühlmittels gegen die Absorberkugeln an.

Am Kühlmitteleintrittsende besitzt das zugehörige Abschaltrohr 4 die als Stoßdämpfer wirkende Fangvorrichtung 9, die bei Strömungsrichtungsumkehr ein Entweichen der Absorberkugeln 1 aus der Reaktorkernzone verhindert. Sie ist so gestaltet, daß auch bei gefangenem Gleitkörper 8 der Kühlmittelstrom teilweise aufrechterhalten bleibt (Flerbrückungskanäle 10). Die Reaktorkernzone ist im übrigen gebildet durch die mit den Brennstoffelementen 11 beladenen und von der Wanne 12 umgebenen übrigen Kühlmittelführungsrohren 13. Al. Kühlmittelein- und -auslässe für das Reaktorgefäß dienen die Stutzen 14 und 15.

Die Abschaltrohre sind zwar auch in den Kühlmittelstrom eingeschaltet, doch münden sie mit dem Eintrittsende zunächst in die Sammelleitung 16 ein, die an dem Reaktorgefäß 2 herausgeführt und erst unter Zwischenschaltung der im gestrichelt umrandeten Feld 17 dargestellten Steuereinrichtung an den Kühlmitteleinlaßstutzen 14 angeschlossen ist. Die Steuereinrichtung 17 besitzt den Schieber 18, der in der (eingezeichneten) Betriebsstellung durch den

Elektromagneten 19 unter Zusammendrückung der Spiralfeder 20 in seiner oberen Einlage gehalten wird. Beim Übergang in die Abschaltstellung schaltet er die Kühlmittelströmung in den Abschaltrohren über. Leitung 21 auf den Niederdruckbehälter 22 um und bewirkt so eine Strömungsrichtungsumkehr (gestrichelt eingezeichnete Pfeile).

Die Wirkungsweise der Abschalteinrichtung gemäß der Erfindung ist folgende:

Die mit Hilfe der Kühlmittelströmung hydraulisch in den Sammeltöpfen aufgespeicherten Neutronenabsorberkugeln strömen in dem Augenblick schlagartig in die im Inneren des Reaktorkernes befindliche Zone der Abschaltrohre ein, wenn der Elektromagnet 19 entriegelt wird (Netzausfall) und der Schieber 18 durch die sich ausdehnende Feder 20 nach unten bewegt wird. Dadurch entsteht ein Druckgefälle zwischen dem Reaktorgefäßraum und dem Niederdruckbehälter 22, demzufolge die Ventile (6) an jedem Sammeltopf öffnen und das Kühlmittel von oben in die Abschaltrohre (4) einströmen lassen. Die dabei nach unten getriebenen Gleitkörper (8) werden in den Fangvorrichtungen (9) aufgefangen und verhindern damit ein Ausströmen der Absorberkugeln aus den Abschaltrohren. Über die Überbrückungskanäle (10) wird eine Kühlung der Absorberkugeln aufrechterhalten. Gegebenenfalls kann der Niederdruckbehälter 22 über eine besondere Leitung mit eingeschalteter Druckpumpe an den Reaktorbehälter 2 angeschlossen werden.

Ist nach einer gewissen Zeit keine kräftige Kühlung mehr nötig, wird der Elektromagnet 19 wieder eingeschaltet und damit der Schieber 18 in die obere Einlage zurückbewegt. Infolgedessen kehrt sich auch die Strömungsrichtung in der Sammelleitung 16 und den daran angeschlossenen Abschaltrohren um. Die durch die Austrittsöffnungen (5) stark geflossene Strömung ist jedoch nicht in der Lage, die Gleitkörper (8) zusammen mit den Absorberkugeln in die Sammeltöpfe zurückzutreiben, zumal die oberen Ventile (6) als Rückschlagventile wirken und somit schließen.

Soll der Reaktor wieder angefahren werden, so ist dies nur durch Befüllen der oberen Ventile 6 möglich. Dies geschieht zweckmäßig mit der im Raum oberhalb der durchbrochenen, gestrichelten Bodenflächen 23 angeordneten (nicht eingezeichneten) Lademaschine. Bei vorübergehend niedergedrückten Ventilen wird die Strömung in den Abschaltrohren so stark, daß nun die Gleitkörper mit den Absorberkugeln in die Sammeltöpfe zurückgetrieben werden. Infolge der niedrigen Bauhöhe der Sammeltöpfe geht nur wenig Raum für die über der Bodenfläche 23 angeordneten Lademaschine verloren. Die Bewegungen der Lademaschine sind in keiner Weise mehr durch die für Abschaltung des Reaktors erforderlichen Mittel beschränkt.

Die Anordnung gemäß Fig. 2 zeigt ein Abschaltrohr 24, bei dem der auf der Wanne 25 aufsitzende Sammeltopf 26 einen Wendekanal 27 besitzt. Diese Ausführung ist für Absorberkugeln mit einem Durchmesser vorgesehen, der etwa dem Durchmesser des Abschaltrohres entspricht. Um den Aufprall abzuschwächen, verwendet man am besten hohle Absorberkugeln. Es entfällt der bei der Anordnung nach Fig. 1 vorgesehene Gleitkörper, da dessen Funktion die untere 3.4. Absorberkugeln übernimmt. Sie besitzt daher einen etwas größeren Durchmesser als die übrigen Kugeln, für die genügendes Spiel im Wendekanal vorhanden ist. Um Temperaturinflüsse auf die Maßhaltigkeit des Abschaltrohres an der oberen verengten Austrittsstelle, also der oberen Position der 70

untersten Kugel, weitgehend auszuschalten, verwendet man zweckmäßig für diesen Teil des Rohres ein besonderes maßhaltendes Rohrstück. Am Eintrittsstelle des Abschaltrohres ist die Fangvorrichtung 28 elastisch nachgiebig gestaltet und weist Überbrückungskanäle für das Kühlmittel auf.

Die gemäß Fig. 1 außerhalb des Reaktorgefäßes 2 dargestellte Steuereinrichtung 17 mit Niederdruckbehälter 22 kann auch innerhalb des Reaktorgefäßes angeordnet werden, falls dieses nur wenige Durchbrechungen aufweisen soll, wie etwa bei einem Druckwasserreaktor. Ferner kann statt des Reaktorraumes als Behälter höheren Druckes auch ein im Reaktor angeordneter besonderer Druckspeicher vorgesehen sein, der über besondere Absperrschieber und die Ventile 6 mit den einzelnen Sammeltöpfen in Verbindung steht und dessen Druckmittel bei Abschaltung des Reaktors die Funktion des in umgekehrter Richtung strömenden Kühlmittels übernimmt.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Abschalteinrichtung für flüssigkeitsgekühlte Kernreaktoren mit Reaktorgefäß, bei der zum Stillsetzen des Reaktionsprozesses von einer schüttfähigen Neutronenabsorbersubstanz Gebrauch gemacht wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorbersubstanz (1) innerhalb des Reaktorgefäßes (2) mit Hilfe der Kühlmittelströmung hydraulisch in unten offenen Sammeltöpfen (3) aufgespeichert ist, welche am oberen Ende einzelner brennstofffreier Kühlmittelführungsrohre (Abschaltrohre 4) angeordnet und so beschaffen sind, daß die Absorbersubstanz durch Umsteuerung (17) der Strömungsrichtung zwecks Abschaltung des Reaktors schlagartig aus ihnen in die Abschaltrohre (4) strömen kann.

2. Abschalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammeltöpfe (3) eine Kühlmitteleintrittsöffnung (5), ein bei Strömungsrichtungsumkehr selbsttätig öffnendes Ventil (6) und ein die Absorbersubstanz zurückhaltendes Schutzsieb (7) besitzen.

3. Abschalteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorbersubstanz in Gestalt einer Kugelschüttung beimitzt wird, gegen die unter der Einwirkung des Kühlmittels von unten her ein kolbenartig ausgebildeter Gleitkörper (8) anprallt.

4. Abschalteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung von Absorberkugeln (28) mit einem Durchmesser, der dem Abschaltrohrdurchmesser etwa entspricht, die Sammeltöpfe (3) einen Wendekanal (27) zur Aufnahme dieser Kugeln besitzen.

5. Abschalteinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der untersten Kugel mit großer Annäherung derjenigen des Abschaltrohres im engsten Querschnitt entspricht, welcher unmittelbar unterhalb der Sammeltöpfe (3) in einem auch bei Temperaturschwankungen maßhaltigen Rohrstück liegt.

6. Abschalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschaltrohre (4) am Kühlmitteleintrittsstelle eine als Stoßdämpfer wirkende Fangvorrichtung (9) besitzen, die bei Strömungsrichtungsumkehr zugleich ein Entweichen der Absorberkugeln aus der Reaktorkernzone (12) verhindert wird; die ferner so gestaltet ist, daß auch bei gefangenem Gleitkörper (8) der

Kühlmittelstrom mindestens teilweise aufrecht-
erhalten bleibt.

7. Abschalteinrichtung nach Anspruch 6, da-
durch gekennzeichnet, daß die Eintrittsenden der
Abschaltrohre (4) in eine gemeinsame Sammel-
leitung (16) einmünden, die unter Zwischen-
schaltung der Steuereinrichtung (17) für die
Strömungsumkehr an die Kühlmitteleintrittsseite
(14) des Reaktors angeschlossen ist.

8. Abschalteinrichtung nach Anspruch 7, da-
durch gekennzeichnet, daß die Umsteuereinrichtung

(17) einen federbelasteten, elektromagnetisch ge-
steuerten Schieber (18) besitzt, der beim Übergang
in die Abschaltstellung die Kühlmittelströmung
in den Abschaltrohren (4) auf einen Niederdruck-
behälter (22) umschaltet und damit die Strömungs-
richtungsumkehr bewirkt.

In Betracht gezogene Druckschriften:
USA: Patentschrift Nr. 2 773 823;
Glasstone, »Principles of Nuclear Reactor
Engineering«, 1956, S. 326.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen